

Smart Traffic Monitoring & Control Dengan Pengolahan Citra Digital

Smart Traffic Monitoring & Control With Digital Image Processing

1st Grace Nita Laananila
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

gracenita@telkomuniversity.ac.id

2nd Indrarini Dyah Irawati
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

indrarini@telkomuniversity.ac.id

3rd Dadan Nur Ramadan
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dadannr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Bertambahnya jumlah kendaraan saat ini menyebabkan meningkatnya kepadatan di jalan raya sehingga dapat menimbulkan kemacetan. Kepadatan lalu lintas biasanya teralokasi di beberapa titik- titik tertentu di ruas jalan, salah satunya di persimpangan. Saat ini lalu lintas di persimpangan jalan diatur oleh lampu lalu lintas menggunakan sistem prediksi kepadatan lalu lintas. Untuk itu Proyek Akhir ini merancang sebuah sistem monitoring & Controlling lampu lalu lintas otomatis berdasarkan pengolahan citra digital. Sistem ini dapat mendeteksi kendaraan roda empat atau lebih sehingga dapat mengetahui kepadatan pada suatu ruas jalan. Arduino berfungsi sebagai pengatur durasi lampu lalu lintas berdasarkan output dari matlab yang sudah melakukan pendeteksian objek tersebut. Pada Proyek Akhir ini diusulkan sistem yang dapat membaca jumlah kendaraan roda empat atau lebih yang terdeteksi sehingga dapat ditampilkan pada serial monitor arduino. Pada arduino dapat melakukan controlling lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan ruas jalan yang terdeteksi. Sistem mampu bekerja dengan cukup baik dimana memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 80%. Sistem dapat digunakan paling maksimal pada saat kondisi cerah seperti pagi, siang dan sore di ruas jalan persimpangan dengan kondisi renggang ataupun padat. Sistem dapat membaca jumlah kendaraan roda empat atau lebih yang terdeteksi sehingga dapat ditampilkan pada serial monitor di arduino

Kata kunci — lampu lalu lintas, kendaraan, kepadatan, pengolahan citra digital, arduino.

Abstract—*The increasing number of vehicles currently causes increased density on the highway so that it can cause congestion. Traffic density is usually allocated at certain points on the road, one of which is at the intersection. Currently traffic at crossroads is regulated by traffic lights using a traffic density prediction system. For this reason, this final project designs a monitoring and control system for automatic traffic lights based on digital image processing. This system can detect four or more wheeled vehicles so that it can determine the density on a road segment. Arduino functions as a traffic light duration controller based on the output from matlab which has detected the object. In this final project, a system is proposed that can read the number of detected four-wheeled vehicles or more so that they can be displayed on the Arduino serial monitor. Arduino can control traffic lights based on the density of*

the detected roads. The system is able to work quite well which has an average accuracy value of 80%. The system can be used maximally during sunny conditions such as morning, afternoon and evening at intersections with sparse or congested conditions. The system can read the number of four or more wheeled vehicles detected so that it can be displayed on the serial monitor on Arduino.

Keyword — *traffic lights, vehicles, density, digital image processing, arduino.*

I. PENDAHULUAN

Lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang diruang lalu lintas jalan, sedangkan yang dimaksud ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung (Undang- undang No 22 tahun 2009), sehingga lalu lintas sangat berperan penting agar manusia dapat melakukan aktifitas berpergian atau berkendara dengan lancar. Apabila arus lalu lintas terganggu, maka mobilitas masyarakat akan mengalami gangguan. Akibat dari permasalahan ini diantaranya waktu tunggu akan lebih lama saat dilampu merah, serta pemborosan bahan bakar.

Lalu lintas dapat menjadi parameter kemajuan dari suatu daerah atau kota yang volumenya tinggi. Dengan bertambah pesatnya jumlah kendaraan dan tidak bertambahnya ruas jalan, tentu saja cepat atau lambat akan terjadinya kemacetan khususnya pada kota-kota besar. Membuat suatu dampak negatif tahun ke tahun terus meningkat dan tidak diimbangi dengan pengaturan sistem lalu lintas yang modern dalam mengatur arus kendaraan pada jalan raya. Salah satu titik dimana rawan kemacetan ialah persimpangan jalan. Walaupun sudah terdapat lampu lalu lintas namun hal tersebut kurang berfungsi saat jam sibuk sehingga terjadi penumpukan volume kendaraan yang berujung pada terjadinya kemacetan. Didalam kemacetan bukan hanya waktu saja yang terbuang namun juga biaya.

Maka dari itu penulis membuat suatu sistem aplikasi Monitoring dan control berbasis Pengolahan Citra yang disimulasikan menggunakan Matlab serta Arduino. Dengan dibuatnya sistem Monitoring & Control pada proyek Akhir ini diharapkan dapat

mempermudah proses pemantauan pada persimpangan jalan dan dapat menghasilkan keputusan yang lebih adil. Hal tersebut dapat meminimalisir dan mengontrol lampu lalu lintas lebih cepat sehingga kendaraan dapat terhindar dari kemacetan.

II. KAJIAN TEORI

A. Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas menurut UU no.22/2009 [1] tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah.

Warna lampu lalu lintas yang paling umum digunakan untuk lampu lalu lintas adalah merah, kuning, dan hijau[3]. Sistem lalu lintas yang digunakan di seluruh dunia umumnya mempunyai berbagai tujuan, antara lain yaitu Menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan, Memfasilitasi persimpangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin, dan Mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan karena perbedaan arus jalan.

B. Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan lalu lintas merupakan situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas jalan [4]. Kemacetan lalu lintas terjadi bila ditinjau dari tingkat pelayanan jalan yaitu pada kondisi lalu lintas mulai tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil. Pada kondisi ini volume-kapasitas lebih besar, jika tingkat pelayanan sudah mencapai maksimal aliran lalu lintas menjadi tidak stabil sehingga terjadilah tundaan berat yang disebut dengan kemacetan lalu lintas.

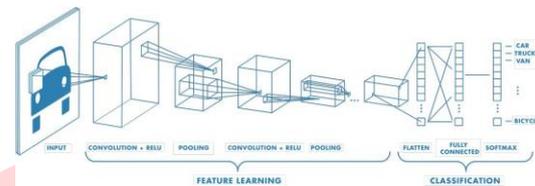
C. Pengolahan Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu citra yang bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital [5]. Citra digital Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi dengan menggunakan komputer. Tujuan utama pengolahan citra adalah agar citra mudah diinterpretasi oleh manusia maupun mesin. Dengan pengolahan citra, sebuah citra ditransformasi menjadi citra lain.

Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial dan

amplitudo f di titik koordinat (x,y) merupakan intensitas atau tingkat keabuan citra pada titik tersebut. Nilai $f(x,y)$ merupakan hasil kali dari jumlah cahaya yang mengenai objek (*illumination*) dan derajat kemampuan objek tersebut memantulkan cahaya (*reflection*). Nilai suatu irisan antara baris dan kolom matriks (pada posisi x,y) disebut dengan *picture element*, *image element* atau piksel [6].

D. Convolutional Neural Network (CNN)



GAMBAR 2.4
ARSITEKTUR CNN

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron (MLP)* yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra [7]. Pada kasus klasifikasi citra, MLP kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik.

E. Matlab

Matrix Laboratory (Matlab) adalah perangkat lunak yang menggunakan dasar matrix dalam pemanfaatannya. Matrix yang digunakan pada Matlab terbilang sederhana sehingga dapat dengan mudah digunakan. Pada bukunya yang berjudul *Cepat Mahir Matlab*, termasuk pembuatan GUI (*Graphical User Interface*) [8]. Matlab merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan dan grafik-grafik perhitungan.

F. Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) adalah *cross-platform* aplikasi (untuk Windows, MacOS, Linux) dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library C/C++* yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah [9]. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk membuat, membuka, dan mengedit program yang akan kita masukkan ke dalam board Arduino.

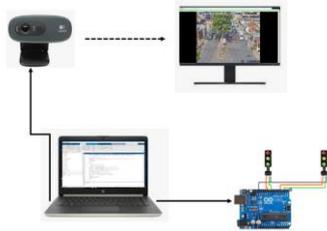
G. Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328

Board Arduino uno adalah Board Mikrokontroler (Development Board) menggunakan chip mikrokontroler ATmega328 yang fleksibel dan open-source, Software dan Hardware nya relatif mudah di gunakan [10]. Untuk dapat digunakan Board Arduino Uno di hubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan adaptor atau Power Supply 7-12 V DC.

III. METODEDE

A. Perancangan Proyek Akhir

Pada proyek akhir ini Cara kerja sistem yaitu dengan menggunakan webcam sebagai CCTV kemudian diarahkan pada layar monitor yang menampilkan CCTV pada jl. Simpang Cibereum, Bandung, Jawa Barat. Gambar yang didapat pada webcam tersebut kemudian akan diproses oleh matlab untuk mendeteksi jumlah kendaraan roda empat atau lebih. Setelah matlab mengidentifikasi jumlah kendaraan roda empat atau lebih yang terdeteksi, proses selanjutnya yaitu mengirimkan hasilnya jumlah deteksi pada arduino yang nantinya jumlah kendaraan tersebut akan di konversi menjadi durasi untuk menghidupkan berapa lama lampu merah dan lampu hijau menyala.



GAMBAR 3.1 MODEL BLOK DIAGRAM SISTEM

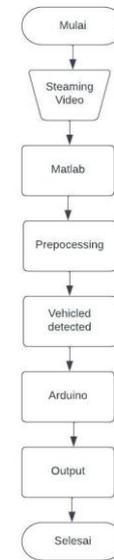
B. Proses Pengerjaan Proyek Akhir



C. Cara Kerja Sistem

GAMBAR 3.2 PROSES Pengerjaan SISTEM

Dapat dilihat pada gambar 3.2 menjelaskan mengenai tahapan pengerjaan proyek akhir dalam bentuk diagram alir dimana pada tahapan awal adalah melakukan studi literatur dengan tujuan untuk mencari informasi mengenai monitoring serta kontrol lampu lalu lintas. Tahap kedua membuat program pada matlab yang selanjutnya melakukan pengumpulan citra kondisi kendaraan roda empat ataupun lebih yang dikonversi menjadi dataset.mat melalui image labeler. Tahap selanjutnya mengintegrasikan matlab dengan arduino agar data matlab dapat dikirim langsung ke arduino. Jika seluruh aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai maka dapat dilakukan pengujian



GAMBAR 3.3 CARA KERJA SISTEM

Pada gambar 3.3 merupakan diagram alir tahap pengerjaan sistem yang bekerja dimana tahap awal melakukan streaming video dengan objek CCTV persimpangan Cibereum yang ada pada website Dinas perhubungan kota bandung. Kemudian sistem akan mengambil gambar dari CCTV tersebut untuk melakukan pendeteksian dan perhitungan jumlah kendaraan roda empat atau lebih. Kemudian pada matlab telah dibuat suatu program berupa webcam yang secara otomatis akan menyala ketika sistem dijalankan dan mengakuisisi data berupa citra dari CCTV tersebut sebagai input pengolahan citra digital, tahap pre-processing pada matlab dengan menggunakan metode vehicle detector RCNN sebagai pendeteksi kendaraan, dari citra yang telah diakuisisi tersebut akan ditampilkan kedalam suatu figure yang berisikan hasil yang didapatkan oleh detektor dan ditampilkan dengan sebuah bounding box yang menandakan area yang terdeteksi oleh sistem. Dari hasil ini, sistem secara otomatis akan mengirimkan hasil tersebut dari matlab menuju board arduino yang telah

terhubung untuk melakukan penentuan durasi lampu lalu lintas, lalu data tersebut dikirim ke arduino untuk melakukan penentuan durasi lampu lalu lintas.

D. Pengambilan Data Video

Pada tahap teknik pengambilan data di dapatkan melalui website CCTV Dinas perhubungan kota Bandung tepatnya di persimpangan jalan Cibeureum dengan menggunakan 1 buah tripod, 1 buah webcam, dan 1 buah laptop untuk mendapatkan data berbentuk video dengan format.... Skenario Pengambilan video dilakukan pada pagi, siang, sore, dan

malam. Skenario pada pagi dan siang hari akan berbeda hasil gambarnya dengan malam hari dikarenakan pencahayaan terlalu rendah.

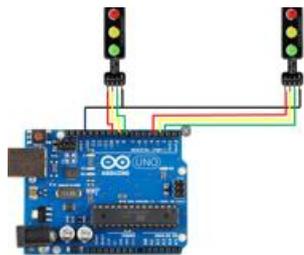
E. Pembuatan Dataset

Tahapan pertama dalam.. yaitu pembuatan dataset, dimana dataset merupakan kumpulan data yang teratur yang nantinya akan dilatih supaya program dapat mengenali objek sehingga ketika program di jalankan mampu mendeteksi objek dengan baik. Semakin banyak model yang digunakan pada dataset maka semakin bagus hasil akurasi yang didapat.



GAMBAR 3.5 DATASET

F. Perancangan Skematik Traffic Light Prototype



GAMBAR 3.7 TRAFFIC LIGHT PROTOTYPE

Berdasarkan gambar 3.8 merupakan gambaran rangkaian lampu lalu lintas untuk mensimulasikan hasil intregitas dari matlab ke arduino. Rangkaian skematik ini menggunakan

PCB. Dibuatkan rangkaian PCB untuk merapihkan serta memperkuat sistem jumpernya. Rangkaian skematik ini terdiri dari Arduino Uno ATmega328.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian proses pengolahan citra

Pengujian perhitungan jumlah objek dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah mendeteksi objek dengan jumlah yang benar atau tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati berapa banyak kendaraan yang terdeteksi sebagai gambar. Adapun data dari hasil tersebut.

TABEL 4.1 PENGUJIAN PROSES PENGOLAHAN CITRA

| No | Gambar | Jumlah Kendaraan | |
|----|--------|------------------|------------|
| | | Sebenarnya | Terdeteksi |
| 1. | | 12 | 12 |
| 2. | | 11 | 11 |

| | | | |
|----|---|---|---|
| 3. |  | 1 | 1 |
| 6. |  | 1 | 3 |

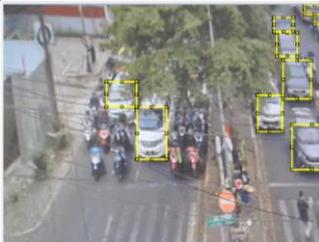
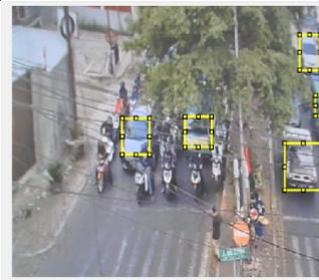
B. Pengujian Sistem Berdasarkan Pencahayaan dan Kondisi

Pengujian deteksi objek berdasarkan Pencahayaan dan kondisi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurasi ketepatan sistem dalam melakukan deteksi berdasarkan pencahayaan dan kondisi ruas jalan tersebut. Pengujian ini dilakukan pada jalan persimpangan Cibereum, Bandung.

| | | | |
|----|-----------------|--|--------------|
| 4. | Malam, Padat |  | Tidak akurat |
|----|-----------------|--|--------------|

$$\text{Akurasi} : \frac{20}{25} \times 100\% = 80\%$$

TABEL 4.2
HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN KEPADATAN RUAS JALAN

| No | Kondisi | Gambar Deteksi Kendaraan roda dua atau lebih | Terdeteksi |
|----|-----------------|---|--------------|
| 1. | Pagi, Padat |  | Ya, Akurat |
| 2. | Siang, Padat |  | Ya, Akurat |
| 3. | Malam, Renggang |  | Tidak Akurat |

Hasil akhir yang didapatkan yaitu rata-rata keberhasilan sistem mendeteksi objek sebesar 80%. Hal yang menjadi penyebab tidak berhasil sepenuhnya objek terdeteksi yaitu karena kurangnya intensitas cahaya yang menyebabkan sistem kurang dapat bekerja secara maksimal dalam mendeteksi objek. Terkadang objek lain selain mobil ataupun efek cahaya ikut terdeteksi sehingga menyebabkan banyaknya noise dan objek yang seharusnya tidak perlu terdeteksi ikut terdeteksi. Namun untuk keberhasilan objek terdeteksi pada saat pagi, siang, dan sore memiliki tingkat akurasi yang berhasil.

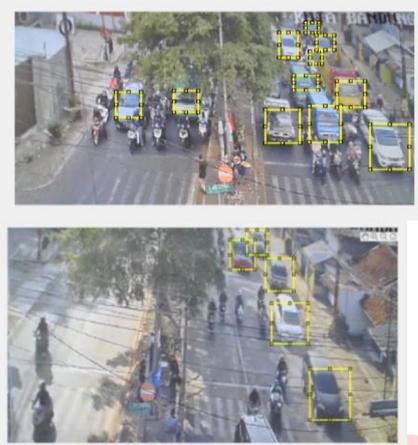
C. Penentuan Kepadatan Ruas Jalan

Penentuan kepadatan ruas jalan pada sistem ini didapatkan dari seberapa banyak objek yang terdeteksi. Kondisi ruas jalan memiliki tiga kondisi yaitu sepi, renggang, dan padat. Apabila kendaraan roda empat atau lebih terdeteksi kurang dari lima maka kondisi jalan dikatakan sepi. Lalu apabila kendaraan roda empat atau lebih terdeteksi lima hingga sembilan kendaraan, maka jalan tersebut dikatakan renggang. Sedangkan apabila kendaraan roda empat atau lebih terdeteksi lebih dari sepuluh kendaraan, maka kondisi jalan tersebut dikatakan padat.

D. Pengujian Sistem Controlling

Setelah melakukan objek deteksi, sistem akan membandingkan kondisi jalan dari kedua ruas jalan di persimpangan. Setelah dibandingkan akan didapatkan hasil ruas mana yang lampu merahnya menyala paling lama,

hasil tersebut kemudian dikirimkan ke Arduino Uno menggunakan komunikasi serial.



GAMBAR 4.4
KONDISI RUAS JALAN

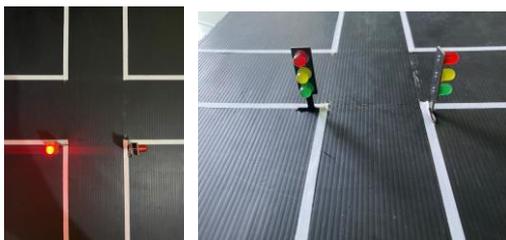
Jika sisi satu jalan terdeteksi padat, maka sisi jalan yang lain akan mendapatkan giliran lampu merah yang menyala lebih lama dan begitupun sebaliknya. Pada proyek Akhir ini, sistem lampu merah untuk keadaan normal menyala selama 40 detik. Hal ini mengikuti lampu merah pada persimpangan Cibeureum. Lalu jika keadaan jalan renggang, lampu merah menyala dengan durasi 50 detik dan jika suatu jalan terdeteksi padat, maka lampu merah sisi jalan yang lainnya menyala selama 75 detik.



GAMBAR 4.4
SERIAL MONITOR ARDUINO

D. Pengujian Pada Prototype

Pengujian Prototype Lampu lalu lintas dilakukan untuk melihat apakah prototype tersebut dapat berjalan dengan baik untuk sistem lampu lalu lintas yang telah dibuat pada aplikasi arduino IDE dan arduino Uno.



GAMBAR 4.5
PROTOTYPE LAMPU LALU LINTAS

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian serta analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil

beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mampu bekerja dengan cukup baik dimana memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 80%. Nilai rata-rata ini diperoleh berdasarkan pengujian tiga kondisi yaitu pagi(cerah), siang(cerah), dan pada malam(gelap).
2. Penerangan cahaya sangat berpengaruh terhadap sistem sehingga pada penerangan malam hari sistem kurang bekerja dengan baik.
3. Sistem dapat digunakan paling maksimal pada saat kondisi cerah seperti pagi, siang dan sore di ruas jalan persimpangan dengan kondisi renggang ataupun padat.
4. Sistem dapat membaca jumlah kendaraan roda empat atau lebih yang terdeteksi sehingga dapat ditampilkan pada serial monitor di arduino.
5. Pada arduino dapat melakukan controlling lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan ruas jalan yang terdeteksi.

REFERENSI

- [1] K. K. R. Indonesia. [Online]. Available: <https://jdih.kemenkeu.go.id/fulltext/1945/UUDTAHUN~1945UUD.HTM>. [Accessed 30 Maret 2022].
- [2] T. Pangemanana and . A. Rondonuwua, "Perancangan Sistem Kontrol Lampu Lalulintas Cerdas," URNAL MIPA 8 , pp. 200-204, 2019.
- [3] Auto200. [Online]. Available: <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/warna-lampu-lalu-lintas>. [Accessed 15 September 2021].
- [4] E. R. Rahmawati, E. Setyawati and N. Kurnias, "Penggunaan Citra Satelit Untuk Menganalisis Kemacetan," p. 203, 2013.
- [5] M. Utami, T. Rismawan and U. Ristian, "Implementasi Metode Discrete Wavelet Transform," Jurnal Komputer dan Aplikasi, vol. X, pp. 124-135, 2022.
- [6] Nurliadi, P. Sihombing and M. Ramli, "Analisis Contrast Stretching Menggunakan Algoritma Euclidean Untuk Meningkatkan Kontras Pada Citra Berwarna," Jurnal Teknovasi, vol. III, pp. 26-38, 2016.
- [7] F. Paraijun, R. Nur Aziza and D. Kuswarda, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network," Kilat, vol. XI, 2022.
- [8] Atina, "Aplikasi Matlab pada Teknologi Pencitraan Medis," Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya, vol. V, no. 1, 2019.
- [9] A. K. Koko, Buku Pintar Pemrograman Arduino, Yogyakarta: Mediakom, 2015.

- [10] A. Halim, Mangkona and R. . Z. Zuhri, "Rancang Bangun Biometric Starting System Berbasis Microcontroller," *TEKNOLOGI TERPADU*, vol. VIII, no. 1, pp. 57-63, 2019.
- [11] Dickson, 2018. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/>. [Accessed 5 10 2021].
- [12] A. R. A. Asmara and D. Kusbianto, "Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Estimasi Panjang Antrian Menggunakan Pengolahan Citra Digital," vol. III, pp. 20-25, 2017.
- [13] Y. Fibriliyanti, L. R. Faradila and A. Taqwa, "Implementasi Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Histogram Of Oriented Gradient (HOG) Untuk Pengaturan Waktu Pada Traffic Light Berdasarkan Deteksi Kepadatan Kendaraan," *Prosiding SNATIF*, pp. 403-412, 2017.